

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Ковровская государственная технологическая академия имени В.А.Дегтярева»

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета \_\_АиЭ\_\_  
(название)  
\_\_\_\_\_ Митрофанов А.А.  
\_\_\_\_\_ 201 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б.Б7 Физика**

(шифр и наименование дисциплины по учебному плану)

Направление подготовки 09.03.01. Информатика и вычислительная техника

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

(бакалавр)

Профиль подготовки бакалавра \_\_\_\_\_

Форма обучения очная

(очная, очно-заочная и др.)

Выпускающая кафедра ИМ и САПР

Кафедра-разработчик рабочей программы Кафедра физики

Семестр	Трудоем- кость общая, час.(з.е.)	Контактная работа				СРС, час.	Форма промежу- точной аттестации (экз./зачет)
		Трудоемкость контактной работы, час.	Лекций, час.	Практич. занятий, час.	Лаборат. работ, час.		
1	162	85	34	17	34	77	экзамен
2	126	68	34		34	58	экзамен
3	144	68	34		34	76	экзамен
Итого	432	221	102	17	102	211	

Ковров

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Разделы рабочей программы

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ООП ВО
3. Структура и содержание дисциплины
4. Формы контроля освоения дисциплины
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

### Приложения к рабочей программе дисциплины

- Приложение 1. Аннотация рабочей программы  
Приложение 2. Оценочные средства и методики их применения

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 09.03.01. Информатика и вычислительная техника

Программу составил(и):

\_\_\_Тетерин Е.П., профессор \_\_\_\_\_ (Ф.И.О., ученое звание, подпись)

Эксперт(ы): \_\_\_\_\_(Ф.И.О., ученое звание, подпись)

«Согласовано»

Зав.кафедрой ПМ и САПР Котов В.В. , доцент \_\_\_\_\_ (Ф.И.О., ученое звание, подпись)

Программа рассмотрена на заседании кафедры \_\_физики\_\_ (название кафедры)

Протокол № \_\_5\_\_ от “\_30\_\_” \_\_\_\_08\_\_\_\_2016 г.\_

Зав. кафедрой профессор Тетерин Е.П. \_\_\_\_\_(Ф.И.О., ученое звание, подпись)

Программа одобрена на заседании УМК факультета \_\_\_\_АиЭ\_\_\_\_ (название факультета)

Декан факультета АиЭ Митрофанов А.А., доцент \_\_\_\_\_ (Ф.И.О., ученое звание, подпись)

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является достижение следующих результатов образования (РО):

**знания:**

на уровне представлений: ... фундаментальные физические теории явлений природы,  
на уровне воспроизведения: ... фундаментальные законы природы  
на уровне понимания: ... основные физические законы в области механики, статистической физики и термодинамики, электричества и магнетизма, колебаний и волн; квантовой физики,

**умения:**

теоретические: ... вывод следствий из основных физических законов,  
практические: ... использование основных физических законов в профессиональной деятельности,

**навыки:**

- измерение физических величин,
- составление научно-технических отчетов в соответствии с требованиями ГОСТ 7-32-2001.

Перечисленные РО являются основой для формирования следующих компетенций: Общепрофессиональной ОПК-5.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВПО

Дисциплина физика относится к циклу естественнонаучных дисциплин.

Необходимыми условиями для освоения дисциплины являются: знание курса физики в объеме программы средней школы, знание ряда разделов высшей математики: векторная алгебра, дифференциальное и интегральное исчисление, правил черчения и начертательной геометрии, умения строить изображения плоских и объемных объектов, дифференцировать функции одной и нескольких переменных, брать неопределенный и определенный интегралы от скалярной функции одной переменной, владение математическим аппаратом векторного анализа, дифференциального и интегрального исчисления, навыками пользователя в работе на ПЭВМ.

Содержание дисциплины служит основой для освоения дисциплин теоретической механики, электротехники, физические основы микроэлектроники и др.

В таблице приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в разделе «Цели освоения дисциплины»:

№ п/п	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
<i>Общекультурные компетенции</i>			
1	ОПК-5	Математика	Естественные, гуманитарные и экономические, прикладные науки

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет \_\_12\_\_ зачетных единиц, \_\_432\_\_ часа.

#### 3.1. Содержание (дидактика) дисциплины

№ модуля образовательной программы	№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1 Механика	1	Кинематика и динамика ДЕ 1.1. Кинематика поступательного и вращательного движения Динамика ДЕ 1.2. Динамика поступательного и вращательного движения	8	4	10	8	30
	2	Работа и энергия в механике ДЕ 1.3 Природа сил в механике Силы тяготения, упругости, трения ДЕ 1.4. Работа в механике Кинетическая и потенциальная энергия	5	3	6	5	21
	3	ДЕ 1.5. Специальная теория относительности ДЕ 1.6. Механика жидкостей и газов	3	2	4	4	13
2 МКТ и термодинамика	4	МКТ идеального газа ДЕ 2.1. Уравнение состояния идеального газа. Основное уравнение МКТ ДЕ 2.2. Распределения молекул в МКТ. Распределение Максвелла Распределение Больцмана ДЕ 2.3. Явления переноса	6	2	4	7	21
	5	Реальные системы молекул ДЕ 2.3. Реальные газы. ДЕ 2.4. Реальные жидкости ДЕ 2.5. Твердые тела	5	2	4	5	16
	6	Начала термодинамики ДЕ 2.5. Первое начало. Теплоемкость термодинамических систем. Расчеты теплоты, работы и внутренней энергии термодинамических систем ДЕ 2.6 Круговые процессы. Тепловые двигатели. Второе начало термодинамики	3	2	4	6	15
	7	Энтропия и фазовые переходы ДЕ 2.7. Термодинамическая вероятность и энтропия. Закон	4	2	2	6	14

		возрастания энтропии. Третье начало термодинамики ДЕ2.8. Расчет изменения энтропии в термодинамических процессах ДЕ 2.9. Фазовые переходы I и II рода					
<b>Экзамен</b>						36	36
<b>3 Электричество</b>	8	Электрические заряды и эл. поля ДЕ 3.1. Дискретность эл. зарядов. Закон сохранения зарядов. Взаимодействие точечных зарядов. Напряженность эл. поля Потенциал эл. поля ДЕ 3.2. Электрическое поле в мат. среде. Полярные и неполярные молекулы. Ионные кристаллы. Поляризация диэлектриков Диэлектрическая проницаемость	4		4	3	11
	9	Диэлектрические среды ДЕ 3.3. Механизмы поляризации и классификация диэлектриков ДЕ 3.4. Пьезо-, пиро- и сегнетоэлектрики	2			1	3
	10	Проводники в электростатическом поле ДЕ 3.5. Электростатическое поле в проводнике. Электростатическая индукция. Электроемкость проводников. Конденсаторы. ДЕ 3.6. Энергия системы зарядов, уединенного проводника и конденсатора. Энергия электрического поля.	2		2	2	6
	11	Электрический ток и эл цепи ДЕ 3.7. Характеристики эл. тока. ЭДС и напряжение. Закон Ома Закон Джоуля – Ленца в интегральной и дифференциальной форме ДУ 3.8. Расчет неразветвленных и разветвленных эл. цепей Мощность тока в эл. Цепях ДУ.3.9. Классическая теория электропроводности металлов	6		8	4	18
	12	Термоэлектрические явления ДЕ 3.10. Термоэлектронная эмиссия ДЕ 3.11. Контактная разность потенциалов.	2		2	1	5
<b>4 Электромагнетизм</b>	13	Магнитное поле токов ДЕ 4.1. Характеристики магнитного поля. Закон Био-Савара-Лапласа ДЕ 4.2. Взаимодействие токов.	4		6	2	12
	14	Электромагнитная индукция ДЕ 4.3. Правило Ленца. Закон Фарадея. ЭДС индукции ДЕ 4.4. Индуктивность контура. Явление самоиндукции	4		4	2	10

	15	Магнитные свойства вещества ДЕ 4.5. Магнитные свойства атомов ДЕ 4.6. Магнитное поле в веществе. Диа-, пара- и ферромагнетизм	4		4	1	9
	16	Основы теории Максвелла ДЕ 4.7. Токи смещения и вихревое эл. поле ДЕ 4.8. Уравнения Максвелла	2			2	4
	17	Электромагнитные колебания и волны ДЕ4.9. Электромагнитные колебания ДЕ4.10. Электромагнитные волны ДЕ 4.11. Механические колебания и волны	4		4	4	12
<b>Экзамен</b>						36	36
<b>5</b> Световые волны	18	Основы оптических явлений ДЕ 5.1. Шкала электромагнитных волн. Фотометрия и геометрическая оптика. ДЕ 5.2. Интерференция. Дифракция. Поляризация. Дисперсия.	12		12	10	34
<b>6</b> Квантовая физика	19	Основы квантовой оптики ДЕ 6.1. Тепловое излучение. Фотоэффект. Эффект Комптона. Давление света.	5		12	6	23
	20	Основы квантовой механики. ДЕ 6.2. Гипотеза де-Бройля. Корпускулярно-волновой дуализм. Соотношение неопределённостей. Границы применимости квантовой механики. ДЕ 6.3. Волновая функция и её свойства. Уравнение Шрёдингера и его применение.	8			10	18
	21	Строение атома и молекул ДЕ 6.4.Спектры излучения атома водорода. Планетарная модель атома Резерфорда. Теория Бора. ДЕ 6.5. Атом водорода в квантовой механике. Много электронные атомы. ДЕ 6.6 Молекулы и их спектры. ДЕ 6.7. Зонная теория строения вещества	5		10	8	23
<b>7</b> Атомная и ядерная физика	22	Атомное ядро. ДЕ 7.1. Состав и характеристики атомного ядра. Радиоактивность. Ядерные реакции. ДЕ 7.2. Элементарные частицы.	4			6	10
<b>Экзамен</b>						36	36
<b>ИТОГО:</b>			<b>102</b>	<b>17</b>	<b>102</b>	<b>103+108</b>	<b>432</b>

### 3.2. Лекции

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, часов	Тема лекции
1	1	3	Системы отсчета. Кинематика поступательного движения: перемещение, скорость, ускорение. Вычисление пройденного пути. Кинематика вращательного движения: угловое перемещение, угловая скорость, угловое ускорение. Связь между векторами линейных и угловых характеристик.
2	1	5	Сила, масса, импульс силы, импульс тела. Законы Ньютона. Второй закон Ньютона как уравнение движения материальной точки. Движение твердого тела. Центр инерции. Уравнение динамики поступательного движения. Уравнение динамики вращательного движения. Момент инерции. Момент импульса твердого тела.
3	2	3	Виды фундаментальных взаимодействий. Силы тяготения. Закон всемирного тяготения. Инертная и гравитационная массы... Сила упругости. Закон Гука. Работа упругих сил. Энергия упругой деформации. Силы трения. Сухое и вязкое трение. Силы инерции при поступательном движении системы отсчета. Силы инерции во вращающейся системе отсчета.
4	2	2	Работа при поступательном и вращательном движении. Мощность. Работа и кинетическая энергия. Кинетическая энергия тела при поступательном движении. Кинетическая энергия вращающегося тела. Консервативные силы. Потенциальное поле сил. Потенциальная энергия. Связь между потенциальной энергией и силой. Закон сохранения импульса. Закон сохранения момента импульса. Законы сохранения энергии.
5	3	3	Постулаты СТО. Преобразования Лоренца и следствия из них. Динамика СТО. Давление. Законы гидростатики. Основное уравнение гидростатики. Основные понятия гидродинамики. Линии и трубки тока. Теорема о неразрывности струи. Уравнение Бернулли и следствия из него.
6	4	2	Уравнение состояния идеального газа. Параметры состояния систем молекул. Основное уравнение МКТ. Температура. Внутренняя энергия идеального газа.
7	4	4	Распределение молекул по скоростям. Функция распределения Максвелла. Опыт Штерна. Барометрическая формула. Распределение Больцмана. Опыт Перрена. Явления переноса: диффузия, вязкость, теплопроводность.
8	5	5	Взаимодействие молекул. Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Внутренняя энергия реального газа. Кристаллическое состояние. Характер теплового движения в кристаллах. Классификация кристаллов. Теплоемкость кристаллов. Закон Дюлонга и Пти. Жидкое состояние. Характер теплового движения молекул. Ближний порядок. Поверхностное натяжение. Давление под изогнутой поверхностью. Смачивание. Капиллярные явления.
9	6	2	Первое начало термодинамики. Его применение к различным изопроцессам. Теплоемкость термодинамической системы. Теплоемкость идеального газа. Адиабатный процесс..
10	6	1	Обратимые и необратимые процессы. Тепловые машины. Второе начало термодинамики в формулировках Кельвина и Клаузиуса. Цикл Карно. Теорема Нернста - третье начало термодинамики.
11	7	4	Макро и микросостояние системы. Термодинамическая вероятность состояния системы. Формула Больцмана. Энтропия и ее свойства. Расчет изменений энтропии в изопроцессах. Второе начало термодинамики в формулировке Больцмана. Фазовые переходы I и II рода.
12	8	2	Дискретность электрических зарядов. Закон сохранения зарядов. Закон Кулона. Электрическое поле и его силовые характеристики. Суперпозиция полей. Теорема о циркуляции вектора напряженности электрического поля. Поток вектора напряженности. Теорема Гаусса и ее применение к вычислению полей.

13	8	2	Полярные и неполярные молекулы. Электрический диполь в однородном поле. Поляризация диэлектриков. Вектор поляризации. Диэлектрическая восприимчивость. Электрическая индукция для диэлектрика. Диэлектрическая проницаемость и ее физический смысл. Линии напряженности и линии индукции в диэлектрике. Закон Кулона в однородной диэлектрической среде.
14	9	2	Механизмы поляризации диэлектриков. Классификация диэлектриков. Пьезо-, пиро-, сегнетоэлектрики и их поляризационные кривые. Техническое применение пьезо-, пиро-, сегнетоэлектриков.
15	10	2	Электростатическое поле в проводнике. Электростатическая индукция. Проводники в электростатическом поле Емкость проводников. Конденсаторы. Энергия системы зарядов, уединенного проводника и конденсатора. Энергия электрического поля.
16	11	4	Электрический ток, его характеристики и условия существования. Сторонние силы. Электродвижущая сила и напряжение. Закон Ома и Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной форме
17	11	6	Расчет неразветвленных и разветвленных эл. цепей. Правила Кирхгофа. Работа и мощность тока в эл. цепях. Полная и полезная мощность. КПД электрической цепи.
18	12	2	Термоэлектронная эмиссия. Работа выхода электрона из металла. Контактная разность потенциалов. Явление Зеебека, Пельтье, Томсона.
19	13	4	Опыты Эрстеда. Контур с током в магнитном поле. Закон Био-Савара-Лапласа. Магнитное поле прямого тока, кругового тока. Закон Ампера. Взаимодействие параллельных токов. Действие магнитного поля на движущийся заряд. Сила Лоренца. Эффект Холла.
20	14	4	Возникновение индукционного тока. ЭДС индукции. Закон Фарадея. Правило Ленца. Уравнение Максвелла. Индуктивность контура и явление самоиндукции. Индуктивность соленоида. Явление взаимной индукции. Практическое применение явления электромагнитной индукции.
21	15	4	Магнитное поле в веществе. Вектор намагничивания. Магнитная восприимчивость. Магнитные моменты электронов и атомов. Описание поля в магнетике. Магнитная проницаемость и ее физический смысл. Типы магнетиков: диа-, пара- и ферромагнетики.
22	16	2	Вихревое электрическое поле. Токи смещения. Обобщение закон электричества и магнетизма до уравнений Максвелла. Уравнения Максвелла в интегральной и дифференциальной форме.
23	17	4	Свободные гармонические колебания в эл. колебательном контуре. Уравнения колебаний заряда, напряжения и тока. Свободные затухающие колебания в реальном эл. колебательном контуре. Вынужденные колебания в электрическом колебательном контуре. Колебательное движение. Виды колебательных движений. Гармонические колебания и их характеристики. Гармонический осциллятор. Математический и физический маятники. Векторное представление гармонических колебаний. Энергия колебательного движения. Упругие волны. Виды волн. Уравнение плоской волны.
24	18	12	Шкала электромагнитных волн. Фотометрия и геометрическая оптика. Интерференция. Дифракция. Поляризация. Дисперсия.
24	19	5	Тепловое излучение и его характеристики. Законы Кирхгофа, Стефана-Больцмана и смещения Вина. Формула Планка. Явление фотоэффекта. Опытные законы фотоэффекта Столетова. Уравнение Эйнштейна. Эффект Комптона. Давление света в рамках теории Максвелла и как поток фотонов. Корпускулярно-волновой дуализм света.
25	20	8	Гипотеза де-Бройля. Корпускулярно- волновой дуализм. Соотношение неопределенностей. Границы применимости квантовой механики. Волновая функция. Общее уравнение Шредингера. Стационарное уравнение Шредингера. Частица в потенциальной яме с бесконечно высокими стенками.
26	21	5	Опыты Резерфорда. Ядерная модель атома. Постулаты Бора. Боровская модель атома водорода. Недостатки теории Бора. Спектры атома водорода. Квантовая теория атома. Квантовые числа. Уровни энергии электронов в атоме водорода и многоэлектронных атомах. Многоэ-



			лектронные атомы и периодическая система элементов.
29	22	4	Состав и характеристики атомного ядра. Дефект массы. Ядерные силы. Радиоактивность. Закон радиоактивного распада. Виды радиоактивного распада. Ядерные реакции. Фундаментальные взаимодействия. Элементарные частицы.
Итого:		102	

### 3.3. Практические занятия

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем, часов	Тема практического занятия
1	1	2	Кинематика поступательного и вращательного движения
2	1	4	Динамика поступательного и вращательного движения. Законы сохранения импульса и момента импульса
3	2	2	Работа и энергия в механике Закон сохранения энергии
4	3	2	Механические колебания и волны
5	4	2	Уравнения состояния идеального газа. Распределения Максвелла и Больцмана
6	5	2	Реальные газы. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Жидкости: поверхностное натяжение
7	6	2	Первое и второе начала термодинамики. Тепловые машины
8	7	1	Расчет изменения энтропии в термодинамических процессах
Итого:		17	

### 3.4. Лабораторные работы

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Наименование лабораторной работы	Наименование лаборатории	Трудоемкость, часов
1	1	Л.р. 1.1. Определение объема цилиндра Л.р. 1.2. Изучение законов кинематики поступательного движения. Л.р. 1.3. Изучение основного закона динамики поступательного движения. Л.р. 1.4. Изучение основного закона динамики вращательного движения. Л.р. 1.5. Изучение момента инерции системы вращающихся тел.	Механики и молекулярной физики	10
2	2	Л.р.1.9. Наклонный маятник. Л.р.1.10. Крутильный маятник.	Механики и молекулярной физики	4
3	3	Л.р. 1.7. Физический маятник. Л.р.1.11. Изучение поверхностных волн в жидкостях. Л.р.1.15. Изучение свободных затухающих колебаний.	Механики и молекулярной физики	6

4	4	Л.Р.1.11Определение коэффициента внутреннего трения воздуха, длины свободного пробега эффективного диаметра молекул воздуха. Л.р. 1.22. Броуновское движение. Л.р. 1.23. Опыт Перрена.	Механики и молекулярной физики	6
5	5	Л.р. 1.15. Определение динамического и кинематического коэффициентов вязкости жидкости методом падающего шарика. Л.р. 1.16. Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкости.	Механики и молекулярной физики	4
6	7	Л.р. 1.12. Определение показателя адиабаты. Л.Р.1.17. Определение удельной теплоты кристаллизации и изменения энтропии олова при фазовом переходе первого рода	Механики и молекулярной физики	4
7	8	Л.р. 2.1. Исследование электрического поля и его влияния на проводник. Л.р. 2.22. Опыт Милликена.	Электрических и магнитных измерений	4
8	11	Л.р. 2.3. Измерение сопротивления с помощью мостика Уитстона. Л.р. 2.4. Измерение мощности, в цепи постоянного тока, и КПД в зависимости от нагрузки. Л.р. 2.5. Измерение ЭДС источника тока методом компенсации.	Электрических и магнитных измерений	6
9	12	Л.р. 2.6. Определение работы восхода электронов из металла. Л.р.2.7. Изучение явления Зеебека	Электрических и магнитных измерений	4
10	13	Л.р. 2.11. Изучение распределения магнитного поля вдоль оси соленоида. Л.р. 2.10. Изучение эффекта Холла	Электрических и магнитных измерений	4
11	14	Л.р. 2.12. Изучение явления взаимной индукции. Л.р.2.13. Определение удельного заряда электрона.	Электрических и магнитных измерений	4
12	15	Л.р. 2.14. Изучение свойств ферромагнетиков. Гистерезис. Л.р. 2.15. Определение магнитной проницаемости феррита.	Электрических и магнитных измерений	4
13	17	Л.р. 2.16. Изучение электронного осциллографа и измерение с его помощью параметров переменных электрических сигналов. Л.р. 2.18. Исследование свободных электромагнитных колебаний в контуре.	Электрических и магнитных измерений	8

		Л.р. 2.19. Изучение вынужденных колебаний и явления резонанса в колебательном контуре. Л.р.1.14. Исследование колебаний струны методом резонанса.		
14	18	Л.р. 3.1. Определение главного фокусного расстояния линз. Л.р. 3.2 Определение показателя преломления и концентрации растворов с помощью рефрактометра Аббе. Л.р. 3.3. Определение размеров предмета и показателя преломления стекла с помощью микроскопа Л.р. 3.4. Определение длины световой волны при помощи бипризмы Френеля. Л.р. 3.5 Изучение интерференционной схемы получения колец Ньютона. Л.р. 3.6. Изучение явления дифракции Фраунгофера от одной щели. Л.р.3.7. Дифракция на прозрачной дифракционной решетке. Л.р. 3.8. Изучение плоскополяризованного света.	Оптики	16
15	19	Л.р.3.11 Изучение внешнего фотоэффекта и вакуумных фотоэлементов. Л.р.3.15. Определение постоянной Стефана-Больцмана, измерение температуры методом оптической пирометрии. Л.р.3.23. Эффект Комптона.	Оптики	6
16	20	Л.р.3.26. Опыт Девиссона – Джермера. Л.р.3.10. Изучение туннельного эффекта на основе туннельного диода. Л.р.3.12. Изучение зависимости сопротивления полупроводников от температуры. Л.р.3.13. Определение подвижности и концентрации носителей тока в полупроводниках. Л.р.3.14. Определение параметров излучения газового лазера.	Оптики	10
17	20	Л.р.3.27. Опыт Резерфорда. Л.р.3.24. Опыт Франка-Герца. Л.р.3.25. Опыт Штерна-Герлаха	Оптики	2
Итого:				102

За семестр каждый студент выполняет 8 лабораторных работ по индивидуальному графику в подгруппе из 2-х или 3-х человек.

### 3.6. Самостоятельная работа студента

Раздел дисциплины	№ п/п	Вид СРС	Трудоемкость, часов
Разделы 1,2,3,4,5,6,7,	1	Подготовка к лабораторным работам	8
	2	Оформление отчетов	8
	3	Подготовка к практическим занятиям	17
	4	Выполнение домашних заданий (2 задания)	10
Разделы 8,9,10,11,13,14, 18,19,21,22	1	Подготовка к лабораторным работам	16
	2	Оформление отчетов	16
	3	Выполнение домашних заданий (4 задания)	20
Модульные контрольные задания (коллоквиумы)		Подготовка к сдаче МКЗ (6 коллоквиумов)	8
Экзамен		Подготовка к экзаменам	108
Итого:			103+108

### 3.7. Домашние задания.

1. Домашнее задание по теме «Механика» - трудоемкость 5 часов.
2. Домашнее задание по теме «МКТ и термодинамика» - трудоемкость 5 часов.
3. Домашнее задание по теме «Электростатика и постоянный ток»- трудоемкость 5 часов.
4. Домашнее задание по теме «Электромагнетизм».- трудоемкость 5 часов.
5. Домашнее задание по теме «Геометрическая и волновая оптика» - трудоемкость 5 часов.
6. Домашнее задание по теме «Квантовая оптика, атомная и ядерная физика»- трудоемкость 5 часов.

## 4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Контроль освоения дисциплины производится в соответствии с Положениями:

- о системе рейтинг-контроля знаний студентов в ГОУ ВО «КГТА им. Дегтярева»;
- об аттестации студентов ГОУ ВО «КГТА им. Дегтярева».

**Текущая аттестация** студентов производится в дискретные временные интервалы лектором и преподавателем (ями), ведущими лабораторные работы и практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- выполнение лабораторных работ;
- защита лабораторных работ ;
- отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность) – работа у доски, своевременная сдача отчетов к лабораторным работам и их защита.

**Рубежная аттестация** студентов производится по окончании модуля в следующих формах:

- тестирование (сдача модульного контрольного задания);
- письменные домашние работы.

**Промежуточная аттестация** по результатам семестра по дисциплине проходит в форме экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы и решение задач).

## 5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная литература:

1. Савельев И.В. Курс общей физики: Учебное пособие для вузов (МО): в 3 т. Т.1.: Механика. Молекулярная физика - СПб.: Лань, 2016. - 432с
2. Савельев И.В. Курс общей физики: Учебное пособие для вузов (МО): в 3 т. Т.2.: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика - СПб.: Лань, 2016. - 496с.
3. Савельев И.В. Курс общей физики: Учебное пособие для вузов (МО): в 3 т. Т.3. Квантовая механика. Атомная физика и физика атомного ядра. Физика твердого тела. СПб.: Лань, 2016. – 320с.
4. Грабовский Р.И. Курс физики. Учеб. пособие для вузов (МО) – СПб.: Лань, 2016. – 608с.
5. Кудасова С.В. Курс лекций по общей физике: учебное пособие для бакалавров / С.В.Кудасова, М.В.Солодихина. – М.; Берлин : Директ-Медиа, 2016. – чю1, Механика.Молекулярная физика и термодинамика. – 174 с. URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436955](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436955).
6. Кузнецов С.И. Курс лекций по физике. Электростатика.Постоянный ток.Электромагнетизм. Колебания и волны: учебное пособие / С.И.Кузнецов, Л.И.Семкина, К.И.Рогозин; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет», Министерство образования Российской Федерации. – Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2016. – 290 с. - URL: [//biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442116](http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=442116).
7. Трофимова Т.И. Курс физики: Учеб. пособие для вузов (МО) / Т. И. Трофимова. - 14-е,13-е,12-е,11-е изд., стереотип. - М. : Академия, 2007. - 560с.
8. Детлаф А.А., Яворский Б.М. Курс физики. М.: Высшая школа, 1989. – 608 с.
9. Калашников Н.П., Смондырев М.А. Основы физики. Т.1,2.М.: Дрофа, 2003.
10. Бондарев Б.В., Калашников Н.П., Спирин Г.Г. Курс общей физики. Т.1,2,3. М.: Высшая школа, 2005.
11. А.И.Лунин, Е.П.Тетерин, В.В.Котов. Основы обработки результатов измерений. Методическое руководство к обработке результатов измерений лабораторных работ по физике. Ковров: КГТА, 1999. – 48 с.
12. А.И.Лунин, Е.В.Балашова. Методическое руководство к лабораторным работам по физике. Механика, часть 1. Ковров: КГТА, 2004. – 48 с.
13. А.И.Лунин, Е.В.Балашова. Методическое руководство к лабораторным работам по физике. Механика, часть 2. Ковров: КГТА, 2004. – 44 с.
14. Е.П.Тетерин. Молекулярная физика и термодинамика. Методическое руководство к лабораторным работам по физике. Ковров: КГТА, 2005. – 68 с.
15. В.В.Красавин, Е.П.Тетерин, Электростатика и электродинамика. Методическое руководство к лабораторным работам по физике. Ковров: КГТА, 2005. – 52 с.
16. И.Е.Тарасов. Электромагнитные колебания. Методическое руководство к лабораторным работам по физике. Ковров: КГТА, 2007. – 52 с.
17. Д.С.Потехин. Электромагнетизм. Методическое руководство к лабораторным работам по физике. Ковров: КГТА, 2005. – 56 с.
18. Н.А.Кузнецов, И.Г.Метин, Е.П.Тетерин. Механические колебания и волны. Методическое руководство к лабораторным работам по физике. Ковров: КГТА, 2010. – 44 с.
19. Ю.В.Гришанович, А.А.Артемьев, О.В.Мартынов, И.Г.Метин. Методическое руководство к лабораторным работам по физике. Оптика. Часть 1. Геометрическая и волновая оптика. Ковров: КГТА, 2011. – 76 с.
20. О.В.Мартынов, М.В.Давыденко, Н.А.Кузнецов. Методическое руководство к лабораторным работам по физике. Оптика. Часть 2. Квантовая оптика, атомная физика и квантовая механика. Ковров: КГТА, 2008. – 60 с.

21. Красавин В.В. Виртуальные имитационные работы по физике. Учебно-методическое пособие. Ковров: КГТА, 2007. – 56 с.
22. Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачи по физике. – М.: Издательство физико-математической литературы, 2006. – 640 с.
23. В.С.Волькенштейн. Сборник задач по общему курсу физики. М.: Наука, 1985. – 384с.
24. В.С.Волькенштейн. Сборник задач по общему курсу физики. СПб.: СпецЛит, 2001. – 327 с.

б) дополнительная литература:

1. Яворский Б.М., Детлаф А.А. Справочник по физике. М.: Оникс, 2006.–1056 с.
2. Физические величины: Справочник. (Под ред. И.С.Григорьева, Е.З.Мейлихова). М.: Энергоатомиздат, 1991.- 1232 с.
3. Кухлинг Х. Справочник по физике: Пер. с нем. – М.: Мир, 1982. - 520 с.
4. Кассандрова О.Н., Лебедев В.В. Обработка результатов наблюдений. М.: Наука, 1970. – 104 с.
5. Ландсберг Г.С. Оптика. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 848 с.

в) программное обеспечение:

1. Имитационные программы для выполнения лаб. работ на ПЭВМ:

Лабораторная работа «Броуновское движение»;  
Лабораторная работа «Опыт Перрена»;  
Лабораторная работа «Опыт Милликена»;  
Лабораторная работа «Опыт Томсона»;  
Лабораторная работа «Опыт Резерфорда».  
Лабораторная работа «Опыт Фрака-Герца»  
Лабораторная работа «Опыт Девисона-Джермера»  
Лабораторная работа «Штерна-Герлаха»

2. Программа статистической обработки малого числа измерений.
3. Программа статистической обработки большого числа измерений.
4. Программа обработки измерений методом наименьших квадратов.
5. Обучающе-контролирующая программа по правилам математических операций с приближенными числами.
6. Программа модульных контрольных заданий по механике.
7. Программа модульных контрольных заданий по молекулярной физике.
8. Программа модульных контрольных заданий по электростатике и электродинамике.
9. Программа модульных контрольных заданий по электромагнетизму.
10. Программа модульных контрольных заданий по квантовой физике.

## 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1. Лекционные занятия:

- Имеется комплект электронных презентаций/слайдов,
- Лекционные занятия в потоке из одной группы проводятся в аудитории №321, оснащенной презентационной техникой (проектор, экран, компьютер),

### 2. Практические занятия:

- компьютерный класс аудитория №321 (7 компьютеров),
- презентационная техника, (проектор, экран, компьютер),
- пакеты программного обеспечения (ПО) общего назначения (текстовые редакторы, графические редакторы),
- специализированное ПО: предназначенное для проведения коллоквиумов и имитационных лабораторных работ,
- образец выполнения домашнего задания из 4 задач.

### Задача 1.

Уравнение движения тела имеет вид  $x=5t+0.8t^3$ . Определить ускорение и скорость тела в начальный момент времени, а также среднее ускорение за первые 5 секунд движения.

#### Решение

Дано:

$$x=5t+0.8t^3$$

$$\Delta t=5c$$

Найти:

$$a_0=?$$

$$v_0=?$$

$$a_{cp}=?$$

Поскольку  $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$ , то:  $v = \frac{dx}{dt} = 5 + 0.8 \cdot 3t^2$ . (1)

Далее, из  $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$  получим:  $a = \frac{dv}{dt} = 2.4 \cdot 2t = 4.8t$ . (2)

Подставив в (1) и (2)  $t=0$ , найдем  $v_0=5$  м/с,  $a_0=0$  м/с<sup>2</sup>.

Среднее ускорение находим по определению:  $\vec{a}_{cp} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t}$ , то есть:

$$a_{cp} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_t - v_0}{t}, \text{ где скорость в момент времени } t=5c \text{ находим из (1):}$$

$$v_t=v_5=5+2.4 \cdot 5^2=65 \text{ м/с. Окончательно: } a_{cp} = \frac{65-5}{5} = 12 \text{ м/с}^2.$$

$$\text{Ответ: } a_0=0 \text{ м/с}^2; v_0=5 \text{ м/с}; a_{cp}=12 \text{ м/с}^2.$$

### Задача 2.

Найти частоту колебаний груза массой  $m=0.2$  кг, подвешенного на пружине и помещенного в масло, если коэффициент сопротивления в масле  $r=0.5$  кг/с, а коэффициент жесткости пружины  $k=50$  Н/м.

#### Решение

Колебания груза в масле являются затухающими, их круговая частота:

$$\omega_{затух.} = \sqrt{\omega_0^2 - \beta^2},$$

Дано:

$$m=0.2 \text{ кг}$$

$$r=0.5 \text{ кг/с}$$

$$k=50 \text{ Н/м}$$

Найти:

$$v=?$$

где  $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$  – круговая частота собственных незатухающих колебаний;  $\beta = \frac{r}{2m}$  –

коэффициент затухания. Тогда частота затухающих колебаний:

$$\nu = \frac{\omega_{затух.}}{2\pi} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m} - \left(\frac{r}{2m}\right)^2} = 2.51 \text{ Гц}.$$

Ответ:  $\nu = 2.51$  Гц

- по электричеству

**Задача 3.**

Два одинаковых плоских воздушных конденсатора ёмкостью по 100 пФ каждый соединены в батарею последовательно. Определить, на сколько изменится ёмкость батареи, если пространство между пластинами одного из конденсаторов заполнить парафином с диэлектрической проницаемостью 2.

Дано:  
 $C_0 = 100$  пФ  
 $\varepsilon = 2$

Найти:  
 $\Delta C = ?$

Решение

Общую ёмкость при последовательном соединении конденсаторов  $C_1$  и  $C_2$  можно найти из формулы:  $\frac{1}{C_{общ.}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ . Поэтому общая ёмкость

батареи, состоящей из двух одинаковых конденсаторов ёмкостью  $C_0$  (до заполнения одного из конденсаторов парафином) равна:  $C_{общ.1} = \frac{C_0 \cdot C_0}{C_0 + C_0} = \frac{C_0}{2}$ .

После заполнения парафином одного из конденсаторов его ёмкость  $C_1 = \frac{\varepsilon \varepsilon_0 S}{d}$ , а до заполнения была равна  $C_0 = \frac{\varepsilon_0 S}{d}$ , то есть ёмкость возросла в  $\varepsilon$  раз:  $C_1 = \varepsilon \cdot C_0$ .

Найдём новую общую ёмкость батареи:  $C_{общ.2} = \frac{C_0 \cdot C_1}{C_0 + C_1} = \frac{C_0 \cdot \varepsilon \cdot C_0}{C_0 + \varepsilon \cdot C_0} = \frac{\varepsilon \cdot C_0}{1 + \varepsilon}$ . Таким образом,

изменение ёмкости батареи равно:  $\Delta C = C_{общ.2} - C_{общ.1} = C_0 \cdot \left(\frac{\varepsilon}{1 + \varepsilon} - \frac{1}{2}\right)$ . Подставим численные

значения:  $\Delta C = 100 \text{ нФ} \cdot \left(\frac{2}{1+2} - \frac{1}{2}\right) = 16.7 \text{ нФ}$ .

Ответ:  $\Delta C = 16.7 \text{ нФ}$ .

**Задача 4.**

В цепь переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц включены последовательно ёмкость 35.4 мкФ, активное сопротивление 100 Ом и индуктивность 0.7 Гн. Найти силу тока и падение напряжения на ёмкости, активном сопротивлении и индуктивности.

Дано:  
 $U_{ЭФФ} = 220$  В  
 $\nu = 50$  Гц  
 $C = 35.4 \cdot 10^{-6}$  Ф  
 $R = 100$  Ом  
 $L = 0.7$  Гн

Найти:  
 $I_{ЭФФ} = ?$   
 $U_{0C} = ?$   
 $U_{0R} = ?$   
 $U_{0L} = ?$

Решение

По закону Ома для переменного тока:  $I_0 = \frac{U_0}{Z}$ , где

$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$  – полное сопротивление цепи переменного тока.

Амплитудные значения напряжения и тока связаны с эффективными

формулами:  $U_{ЭФФ} = \frac{U_0}{\sqrt{2}}$  и  $I_{ЭФФ} = \frac{I_0}{\sqrt{2}}$ , а циклическая частота равна:

$\omega = 2\pi\nu$ . Тогда  $I_{ЭФФ} = \frac{U_{ЭФФ}}{Z}$ , или



$$I_{\text{ЭФФ}} = \frac{U_{\text{ЭФФ}}}{\sqrt{R^2 + \left(2\pi\nu \cdot L - \frac{1}{2\pi\nu \cdot C}\right)^2}}. \quad (1)$$

Падение напряжения на каждом участке цепи можно найти по закону Ома для данного участка, используя формулы ёмкостного  $R_C = \frac{1}{\omega C}$  и индуктивного  $R_L = \omega L$  сопротивлений:

$$U_{0C} = I_0 \cdot R_C = \frac{\sqrt{2} \cdot I_{\text{ЭФФ}}}{2\pi\nu \cdot C}; \quad (2)$$

$$U_{0L} = I_0 \cdot R_L = \sqrt{2} \cdot I_{\text{ЭФФ}} \cdot 2\pi\nu \cdot L; \quad (3)$$

$$U_{0R} = I_0 \cdot R. \quad (4)$$

Подставим численные значения в (1)-(4):

$$I_{\text{ЭФФ}} = \frac{220}{\sqrt{100^2 + \left(2\pi \cdot 50 \cdot 0.7 - \frac{1}{2\pi \cdot 50 \cdot 35.4 \cdot 10^{-6}}\right)^2}} = 1.34 \text{ A};$$

$$U_{0C} = \frac{\sqrt{2} \cdot 1.34}{2\pi \cdot 50 \cdot 35.4 \cdot 10^{-6}} = 170 \text{ B};$$

$$U_{0L} = \sqrt{2} \cdot 1.34 \cdot 2\pi \cdot 50 \cdot 0.7 = 417 \text{ B};$$

$$U_{0R} = 1.34 \cdot 100 = 134 \text{ B}.$$

**Ответ:**  $I_{\text{ЭФФ}} = 1.34 \text{ A}; U_{0C} = 170 \text{ B};$

### 3. Лабораторные работы

а. лаборатория «Механики и молекулярной физика», оснащенная лабораторным оборудованием:

Лабораторное оборудование для определения объема цилиндра.

Лабораторная установка для изучения законов кинематики и динамики поступательного движения (машина Атвуда);

Лабораторная установка для изучения основного закона динамики вращательного движения (маятник Обербека);

Лабораторная установка для изучения момента инерции системы вращающихся тел;

Лабораторная установка физический маятник.

Лабораторная установка наклонный маятник.

Лабораторная установка крутильный маятник

Лабораторная установка для изучения поверхностных волн в жидкостях.

Лабораторная установка для изучения свободных затухающих колебаний.

Лабораторная установка для определения показателя адиабаты;

Лабораторная установка для определения динамического и кинематического коэффициентов сдвиговой вязкости жидкости методом падающего шарика;

Лабораторная установка для определения коэффициента поверхностного натяжения жидкости.

Лабораторная установка для определения удельной теплоты кристаллизации и изменения энтропии олова при фазовом переходе первого рода.

в. Лаборатория «Электрических и магнитных измерений» оснащенная лабораторным оборудованием:

Лабораторная установка для исследования электрического поля и его влияния на проводник;

Лабораторная установка для измерения сопротивления с помощью мостика Уитстона;

Лабораторная установка для измерения мощности, развиваемой в цепи постоянного тока и КПД в зависимости от нагрузки;

Лабораторная установка для измерения ЭДС источника тока методом компенсации;

Лабораторная установка для определения работы выхода электронов из металла;

Лабораторная установка для изучения явления Зеебека;

Лабораторная установка для изучения эффекта Холла;

Лабораторная установка для исследования распределения магнитного поля вдоль оси соленоида;

Лабораторная установка для изучения явления взаимной индукции;

Лабораторная установка для определения удельного заряда электрона;

Лабораторная установка для изучения свойств ферромагнетика;

Лабораторная установка для определения магнитной проницаемости ферромагнетика;

Лабораторная установка для измерения параметров переменных электрических сигналов с помощью осциллографа;

Лабораторная установка для исследования свободных электромагнитных колебаний в контуре.

Лабораторная установка для изучения вынужденных колебаний и явления резонанса в электрическом колебательном контуре.

с. Лаборатория «Оптики и квантовой физики» оснащенная лабораторным оборудованием:

Лабораторная установка для изучения спектров многоэлектронных атомов.

Лабораторная установка для изучения туннельного эффекта на основе туннельного эффекта.

Лабораторная установка для изучения внешнего фотоэффекта и вакуумных фотоэлементов.

Лабораторная установка для изучения зависимости сопротивления полупроводников от температуры.

Лабораторная установка для определения подвижности и концентрации носителей тока в полупроводниках.

Лабораторная установка для определения параметров излучения газового лазера.

Лабораторная установка для определения постоянной Стефана-Больцмана, измерение температуры методом оптической пирометрии.

- d. Имитационные лабораторные работы на ПЭВМ:  
Лабораторная работа «Броуновское движение»;  
Лабораторная работа «Опыт Перрена»;  
Лабораторная работа «Опыт Милликена»;  
Лабораторная работа «Опыт Томсона»;  
Лабораторная работа «Опыт Резерфорда».  
Лабораторная работа «Опыт Фрака-Герца»  
Лабораторная работа «Опыт Девисона-Джермера»  
Лабораторная работа «Штерна-Герлаха»

- e. Образец оформления отчета по лабораторной работе

### Лабораторная работа 2.5

## ИЗМЕРЕНИЕ ЭДС ИСТОЧНИКА ТОКА МЕТОДОМ КОМПЕНСАЦИИ

Цель работы: освоить метод компенсации при измерении ЭДС источника тока.

### Введение

Существуют различные методы измерения ЭДС источников тока. Наиболее простым представляется использование вольтметров. По принципу действия вольтметры можно разделить на два типа. Электростатические, отклонение стрелки которых пропорционально силе взаимодействия заряженных тел в соответствии с законом Кулона. Однако эти вольтметры применяются для измерения очень высоких напряжений, от нескольких десятков тысяч вольт и выше. Для более низких напряжений обычно применяют другой тип вольтметров, отклонение стрелки которых пропорционально силе взаимодействия между током и магнитным полем в соответствии с законом Ампера. Стрелка прибора отклоняется только тогда, когда через него протекает определённый ток, который обычно называют измерительным. Наличие такого тока может привести к заметным ошибкам в измерениях. Это видно из следующего примера.

Если к источнику тока подключить вольтметр, то измерительный ток создаст падение напряжения на самом вольтметре и на внутреннем сопротивлении источника тока. По закону Ома для полной цепи:

$$\mathcal{E} = U + Ir \quad (1)$$

Отсюда показания вольтметра будет равно:

$$U = \mathcal{E} - Ir \quad (2)$$

Из формулы (2) видно, что показание вольтметра отличается от ЭДС на величину падения напряжения внутри источника тока. Чем больше измерительный ток, тем больше ошибка, а без измерительного тока вольтметр не работает. Поэтому для точного измерения ЭДС источников тока возникла необходимость создать такие способы измерения, когда измерительный ток был бы равен нулю. Этого удаётся достичь в так называемом методе компенсации ЭДС источника тока. Сущность этого метода можно понять на основе анализа процессов, происходящих в электрических цепях, изображённых на рис. 1.

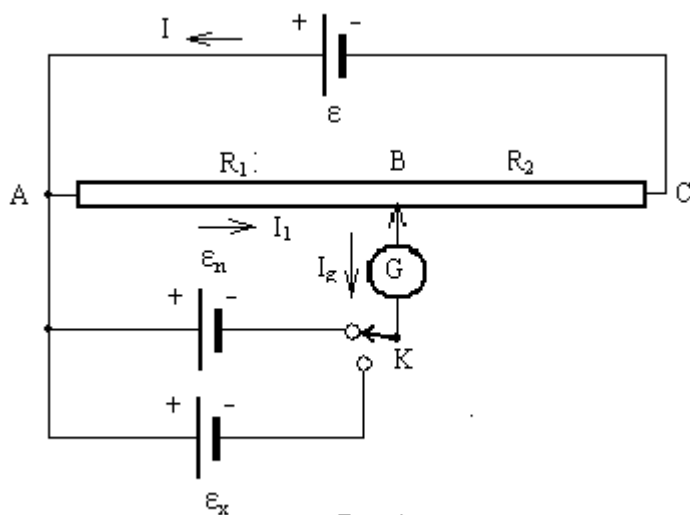


Рис. 1

На схеме обозначены:

$\mathcal{E}_n$  – «нормальный элемент», эталонный источник тока, ЭДС которого измерена, проверена различными методами с высокой степенью точности. Обычно – это гальванический ртутно-кадмиевый элемент;

$\mathcal{E}_x$  – источник тока, ЭДС которого необходимо измерить;

$\mathcal{E}$  – ЭДС любого источника тока, но при условии, что его ЭДС будет больше  $\mathcal{E}_n$  и  $\mathcal{E}_x$ , иначе с помощью  $\mathcal{E}$  нельзя будет компенсировать действие в цепи  $\mathcal{E}_n$  или  $\mathcal{E}_x$ ; G – гальванометр с

нулевым делением на середине шкалы. В зависимости от направления измерительного тока стрелка гальванометра отклонится в ту или иную сторону.

Сущность метода компенсации заключается в том, что, подбирая положение ползунка В потенциометра, добиваются отсутствия тока через гальванометр ( $I_g = 0$ ,  $I_1 = I$ ), а, следовательно, и через  $\mathcal{E}_n$ , т.е. измерительный ток равен нулю и не оказывает влияния на процесс измерения ЭДС. Отсутствие тока через гальванометр будет при условии, что действие ЭДС  $\mathcal{E}_n$  и падение напряжения  $IR_1$  на участке цепи от точки А до точки В компенсирует друг друга, т.е.

$$\mathcal{E}_n = IR_1 \quad (3)$$

Если теперь с помощью ключа К вместо нормального элемента  $\mathcal{E}_n$  подключить источник тока с неизвестной ЭДС  $\mathcal{E}_x$ , то при положении ползунка потенциометра в точке В компенсации, скорее всего не будет, и гальванометр покажет ток того или иного направления. Однако, перемещая ползунок потенциометра влево-вправо, можно найти такое его положение, когда гальванометр опять покажет отсутствие тока при новом значении  $R_1'$ . Это произойдет при условии, что падение напряжения на новом участке АВ скомпенсирует действие  $\mathcal{E}_x$  согласно правилу Кирхгофа, т.е.

$$\mathcal{E}_x = IR_1' \quad (4)$$

Метод компенсации обладает рядом существенных преимуществ:

- практически исключается влияние на результат измерительного тока;
- не влияет на результат внутреннее сопротивление милливольтметра, так как он работает как нулевой прибор;
- ЭДС и внутреннее сопротивление источника, создающего рабочий ток, не входят в окончательные расчеты;
- сопротивления, входящие в окончательные расчеты, могут быть измерены с высокой точностью, что дает высокую точность измерения ЭДС компенсационным методом.

## 1. Описание установки

В данной работе используется следующий способ определения  $\mathcal{E}_x$ : с помощью нормального элемента  $\mathcal{E}_n$  устанавливается рабочий ток, поддерживаемый неизменным в процессе измерений,

затем в условиях компенсации  $\mathcal{E}_x$  определяется сопротивление  $R_1'$  и по формуле (4) рассчитывается измеряемая ЭДС. На рис. 2 приведена электрическая схема экспериментальной установки. К источнику тока  $\mathcal{E}$  последовательно подключены три магазина сопротивлений  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R$ . Микроамперметр  $\text{mA}$  включён между средней клеммой переключателя  $S_2$  и точкой соединения магазинов сопротивлений  $R_1$  и  $R_2$ . С помощью переключателя  $S_2$  к измерительной цепи можно подключить либо эталонный источник тока  $\mathcal{E}_n$ , либо переключатель  $S_3$ , с помощью которого к измерительной цепи можно подключить один из десяти неизвестных источников тока.

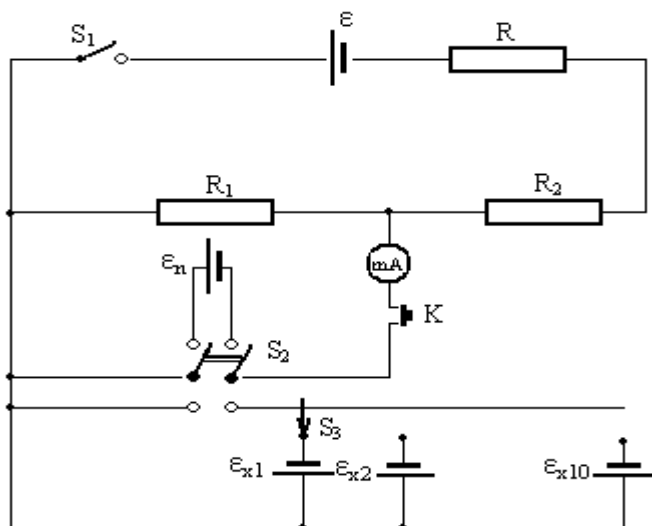


Рис. 2

Вначале задаётся и проверяется рабочий ток установки. Величину этого тока можно выбирать произвольно, но есть ограничение: при больших токах элементы электрической цепи будут нагреваться до значительных температур, параметры цепи будут меняться, что приведёт к возрастанию систематических и случайных погрешностей. Поэтому рабочий ток  $I$  выбирают небольшим. В предлагаемой установке он выбран  $0,001\text{A}$ .

В соответствии с этим током выбираются сопротивления  $R_1$ ,  $R_2$  и  $R$  следующим образом.

Из условия компенсации ЭДС нормального элемента имеем  $\mathcal{E}_n = IR_1$ , отсюда

$$R_1 = \mathcal{E}_n / I.$$

Электродвижущая сила применяемого в установке нормального элемента равна

$$\mathcal{E}_n = (1,0186 \pm 0,0001) \text{ В},$$

и тогда

$$R_1 = 1,0186 / 0,001 \text{ Ом}. \quad (5)$$

Сопротивление  $R_2$  может быть любым и выбирается по таблице, закреплённой на рабочем столе в зависимости от номера исследуемой  $\mathcal{E}_x$ . По определённым  $R_1$  и

$R_2$  и величине ЭДС источника  $\mathcal{E}$  по закону Ома для полной цепи вычисляют  $R$

$$R = [\mathcal{E} - I(R_1 + R_2)] / I \quad (6)$$

Однако из-за неточного знания величины  $\mathcal{E}$  и погрешностей магазинов сопротивлений при замыкании ключа  $S_1$  рабочий ток будет несколько отличаться от заданного  $I = 0,001 \text{ А}$ . Корректировка этого тока делается следующим образом. С помощью переключателя  $S_2$  к измерительной цепи подключают эталонный элемент  $\mathcal{E}_n$ . Если реальный ток отличается от заданного  $I = 0,001 \text{ А}$ , то нарушается условие компенсации и микроамперметр покажет ток,

отличный от нуля. Небольшими изменениями сопротивления магазина  $R$  добиваются отсутствия тока через микроамперметр, наступает компенсация  $\mathcal{E}_n$  и восстанавливается рабочий ток  $I = 0,001 \text{ A}$ .

Теперь можно переходить к измерению ЭДС неизвестного источника тока. Для этого с помощью переключателей  $S_2$  и  $S_3$  к измерительной цепи подключается неизвестная ЭДС  $\mathcal{E}_x$ . Падение напряжения  $IR_1$ , не будет компенсировать ЭДС, и микроамперметр покажет ток, отличный от нуля. Изменением сопротивлений  $R_1$  и  $R_2$  добиваются такого состояния, чтобы микроамперметр показал отсутствие тока при новых значениях сопротивлений  $R'_1$  и  $R'_2$ . Чтобы не изменился рабочий ток  $I = 0,001 \text{ A}$ , сопротивления  $R_1$  и  $R_2$  нужно изменять так, чтобы их сумма всегда оставалась постоянной ( $R_1 + R_2 = R'_1 + R'_2$ ). Так как ток микроамперметра равен нулю, выполняется условие компенсации и ЭДС неизвестного элемента можно определить по формуле

$$\mathcal{E}_x = 0,001 \cdot R'_1 \quad (8)$$

## 2. Порядок выполнения измерений

- 2.1. По формуле (5) вычислить  $R_1$  и установить его на магазине сопротивлений  $R_1$ .
- 2.2. По таблице, закреплённой на рабочем столе, выписать три значения  $R_2$  и первое из них установить на магазине сопротивлений  $R_2$  (таблица приведена также в приложении под № 3).
- 2.3. По формуле (6) вычислить сопротивление  $R$  и установить его на соответствующем магазине.
- 2.4. Переключатель  $S_2$  поставить в положение  $\mathcal{E}_n$  и замкнуть ключ  $S_1$ .
- 2.5. Нажать кнопку  $K$  и в случае необходимости небольшими изменениями сопротивления  $R$  добиться отсутствия тока через микроамперметр.
- 2.6. С помощью переключателей  $S_2$  подключить неизвестную ЭДС  $\mathcal{E}_x$ .
- 2.7. Кратковременно нажимая кнопку  $K$ , изменением сопротивлений  $R_1$  и  $R_2$ , оставляя их сумму неизменной, добиться отсутствия тока через микроамперметр.
- 2.8. Значения  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R'_1$ ,  $R'_2$  занести в разработанную таблицу 1.
- 2.9. Опыт повторить с двумя другими сопротивлениями  $R_2$ .

Таблица 1

N	R, Ом	R <sub>1</sub> , Ом	R <sub>2</sub> , Ом	R + R <sub>2</sub>	R' <sub>1</sub> , Ом	R' <sub>2</sub> , Ом	ε <sub>x</sub> , В	< ε <sub>x</sub> >, В	Δ ε <sub>x</sub> , В
1	982	1018	2500	3518	2453	1065	2,453		
2	782	1018	2700	3718	2457	1261	2,457	2,455	
3	582	1018	2900	3918	2455	1463	2,455		

## 3. Обработка результатов измерений

- 3.1. Рассчитать величину  $\mathcal{E}_x$  для всех измеренных значений  $R'_1$ .

$$\mathcal{E}_x = 0,001 \cdot R'_1 = 0,001 \cdot 2453 = 2,453 \text{ В.}$$

$$\mathcal{E}_x = 0,001 \cdot 2457 = 2,457 \text{ В.}$$

$$\mathcal{E}_x = 0,001 \cdot 2455 = 2,455 \text{ В.}$$

- 3.2. Рассчитать доверительный интервал с учетом случайных и приборных погрешностей и относительную погрешность измерений.

Измерения  $\mathcal{E}_x$  являются косвенными измерениями

$$\varepsilon_x = 0,001 \cdot R_1' = I \cdot R_1'$$

Поэтому

$$\Delta \varepsilon_x = \sqrt{(I \cdot \Delta R_1')^2 + (R_1' \cdot \Delta I)^2},$$

где  $\Delta I = \Delta I_{\text{пр}}$ , т.к. сила тока для всех измерений одна и та же,  $\Delta R_1' = \Delta R_{1\text{сл}}' + \Delta R_{1\text{пр}}'$ .

Шкала микроамперметра - 200 мкА, а класс точности микроамперметра - 1,5. Следовательно

$$\Delta I_{\text{пр}} = 200 \cdot 1,5 / 100 = 3 \text{ мкА.}$$

Случайную погрешность  $\Delta R_{1\text{сл}}'$  найдем, используя распределение Стьюдента:

$$\Delta R_{1\text{сл}}' = t_{0,9}(3) \cdot S,$$

где  $t_{0,9}(3)$  - коэффициент Стьюдента для трех измерений и надежности доверительного интервала  $\alpha = 0,9$ ,  $S$  - среднеквадратичная погрешность среднеарифметического значения  $\Delta R_1'$ .

$$\langle R_1' \rangle = \frac{\sum R_1}{n} = 2455 \text{ Ом,}$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum \Delta R_1'^2}{n(n-1)}} = 1,15 \text{ Ом, } t_{0,9}(3) = 2,4,$$

$$\Delta R_{1\text{сл}}' = 1,15 \cdot 2,4 = 2,8 \text{ Ом.}$$

Класс точности магазина сопротивлений  $R_1'$  - 0,05. При среднем значении  $R_1' = 2455 \text{ Ом}$

$$\Delta R_{1\text{пр}}' = 2455 \cdot 0,05 / 100 = 1,2 \text{ Ом,}$$

$$\Delta R_1' = 2,8 + 1,2 = 3,0 \text{ Ом.}$$

Доверительный интервал для  $\varepsilon_x$  оказывается равным

$$\Delta \varepsilon_x = \sqrt{(0,001 \cdot 3,0)^2 + (2455 \cdot 3 \cdot 10^{-6})^2} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ В.}$$

Окончательный результат измерений

$$\varepsilon_x = (2,455 \pm 0,004) \text{ В при } \alpha = 0,9, \varepsilon = 0,004 \cdot 100 / 2,455 = 0,16\%.$$

### Заключение

При выполнении лабораторной работы освоен один из методов измерения ЭДС - метод компенсации, измерено значение неизвестной ЭДС, определена точность измерений.

### 4. Прочее

- a. Каждый преподаватель имеет рабочее место, оснащенное компьютером с доступом в Интернет,
- b. В каждой лаборатории имеется рабочее место студента, оснащенное компьютером, предназначенное для работы в электронной образовательной среде.

### Аннотация рабочей программы

Дисциплина «Физика» относится к базовой части дисциплин подготовки студентов по направлению 09.03.01 – Информатика и вычислительная техника. Дисциплина реализуется на Механико-технологическом факультете кафедрой Физики.

Дисциплина нацелена на формирование общепрофессиональной ОПК-5 компетенции выпускника.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением фундаментальные законы природы, основных физических законов в области механики, термодинамики, электричества и магнетизма, квантовой физики; использованием основных физических законов в профессиональной деятельности.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, лабораторные работы, практические занятия, коллоквиумы, домашние задания, самостоятельную работа студента, консультации.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля:

**текущий контроль** успеваемости в форме выполнения лабораторных работ, защиты лабораторных работ. Отдельно оцениваются личностные качества студента (аккуратность, исполнительность, инициативность, работа у доски, своевременная сдача отчетов к лабораторным работам и их защита);

**рубежный контроль** в форме тестирования (сдача модульного контрольного задания), письменные домашние работы);

и **промежуточный контроль** (аттестация) в форме экзамена (включает в себя ответ на теоретические вопросы и решение задач).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет **12** зачетных единиц, **432** часа. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (102 часа), практические (17 часов), лабораторные (102 часа) занятия и 211 часов самостоятельной работы студента.



## ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА И МЕТОДИКИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

### Фонды оценочных средств

Фонды оценочных средств, позволяющие определить рейтинговую оценку по данной дисциплине, включают в себя:

- комплекты компьютерных программ тестовых заданий для сдачи МКЗ 6 шт.; размещены в компьютерном классе аудитория №321, аудитории №№ 314, 322, 308;
- комплекты задач по модулям дисциплины для выполнения ДЗ - 4 шт. по 6 типовых задач - 10 вариантов каждая; размещены на компьютерах в учебных лабораториях;
- шаблон отчета по лабораторным работам – 1 шт., размещен в составе рабочей программы дисциплины;
- шаблоны выполнения ДЗ – 4 шт., размещены в составе рабочей программы дисциплины.

### Критерии оценивания

#### Выполнение модульного контрольного задания (МКЗ) – тестирование

МКЗ содержит 10 вопросов по теме модуля.

РО при положительных ответах

- на 10 вопросов - 80 баллов,
- на 8-9 вопросов - 50 баллов,
- на 6-7 вопросов - 30 баллов,
- менее 6 вопросов - 0 баллов.

#### Домашние задания (ДЗ)

ДЗ содержит 4 типовых задач по теме модуля.

РО при решенных задачах

- решены все задачи - 40 баллов,
- не решена одна задача - 30 баллов,
- не решено менее половины задач - 20 баллов,
- не решено более половины задач - 0 баллов.

#### Лабораторные работы

В течении семестра студентом выполняется 8 лабораторных работ.

Работа считается выполненной при предоставлении и подписании преподавателем отчета.

РО по выполнению лаб. раб.:

- работа выполнена согласно графику - 20 баллов,
- работа выполнена с опозданием от графика - 10 баллов,
- работа не выполнена - 0 баллов.

РО по защите лаб. раб.:

- работа защищена согласно графику - 20 баллов,
- работа защищена с опозданием от графика - 10 баллов,
- работа не защищена - 0 баллов.

### **Практические занятия**

РО по практическим занятиям:

- при посещении занятия с активным участием - 2 балла,
- при посещении занятия без активного участия - 1 балл,
- непосещение занятия - 0 баллов.